

Rec'd PCT/PTO 25 SEP 2006
10/553468

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
4 novembre 2004 (04.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/095249 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : G06F 3/00,
G09B 23/28, G05B 19/42

(71) Déposant et

(72) Inventeur : BELLANGER, Philippe [FR/FR]; Le
Moulin, F-38160 Izeron (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/000903

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international : 13 avril 2004 (13.04.2004)

(25) Langue de dépôt : français

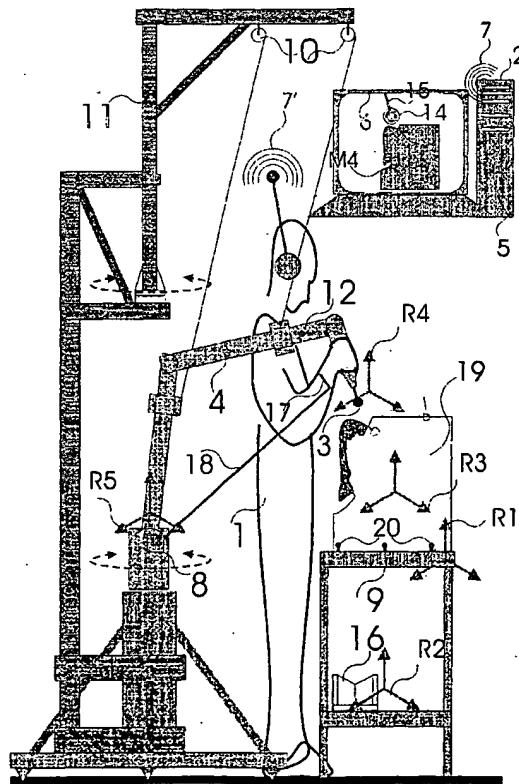
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/04804 17 avril 2003 (17.04.2003) FR

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INTERACTIVE METHOD AND DEVICE FOR PROVIDING ASSISTANCE WITH MANUAL MOVEMENTS DURING MATERIAL PROCESSING

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF D'INTERACTION POUR L'ASSISTANCE AU GESTE MANUEL PENDANT LE TRAVAIL D'UNE MATIERE



(57) Abstract: The invention relates to a method for providing assistance and computer-aided learning (3) with regard to the manual movements of an operator (1) during processing of a material (24), especially in the fields of plastic arts, design, industrial machining, paramedical professions, and surgery. Said method is based on a device that is characterized in that it mainly comprises one or several metrologic systems (5) that are used for continuously measuring the position of the tool (4) and the material (24), a computer (3) which acquires the data issued by the metrologic system (5) and propagates the effect of the displacements of the tool (4) relative to the material (24) that is to be machined to one or several digital models (M3, M4, M5), and an interface generating acoustic (21) and/or optical (7) and/or haptic (8) stimuli that supply information to the operator (1) by increasing the reality of the actions/reactions which his/her job involves.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé pour l'aide et l'apprentissage assistés par ordinateur (3) du geste manuel d'un opérateur (1) pendant le travail d'une matière (24), notamment dans les domaines des arts plastiques, design, usinage industriel, paramédical, chirurgical. Le procédé s'appuie sur un dispositif caractérisé en ce qu'il est constitué principalement par un ou plusieurs système(s) métrologique(s) (5) ayant pour fonction de mesurer la position de manière continue d'une part de l'outil (4) et d'autre part de la matière (24), un calculateur (3) réalisant l'acquisition des informations issues du système de métrologie (5) et propageant au(x) modèle(s) numérique(s) (M3, M4, M5) l'effet des déplacements de l'outil (4) dans la relation à la matière à ouvrager (24), une interface génératrice de stimuli (8) de type acoustique (21) et/ou

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/095249 A1



(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

PROCEDE ET DISPOSITIF D'INTERACTION POUR L'ASSISTANCE AU GESTE MANUEL PENDANT LE TRAVAIL D'UNE MATIÈRE

5

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour l'aide et l'apprentissage assistés par ordinateur du geste manuel pendant le travail d'une matière, dans le but soit de reproduire une forme existante soit de créer une nouvelle forme.

La présente invention est susceptible d'être intégrée ou disposée dans une chaîne de conception ou de transformation de la matière, notamment dans les domaines des arts plastiques, du design, de l'usinage industriel, du paramédical, du chirurgical mais non exclusivement.

L'invention concerne plus particulièrement un procédé s'appuyant sur un dispositif qui met en œuvre, pour l'aide et l'apprentissage du geste, une représentation numérique de la forme à reproduire et de la matière à travailler.

La reproduction de formes à partir d'un modèle numérique peut être partiellement résolue par l'utilisation de solutions robotiques. Cependant, cette technique atteint ses limites quand la complexité des formes à reproduire nécessite des gestes spécifiques mais aussi quand le nombre d'objets à reproduire est faible en regard de l'investissement nécessaire à la programmation des trajectoires.

Une autre approche consiste à garder l'homme de métier au cœur de la boucle du processus de reproduction en lui fournissant, continuellement, toutes les informations nécessaires et suffisantes afin de lui permettre d'intervenir en toute sécurité sur la matière.

Pour cette approche, un certain nombre de documents décrivent des dispositifs qui intègrent d'une part, des moyens métrologiques, d'autre part un système de représentations tridimensionnelles d'un objet numérique. Ainsi le brevet FR2808366 (AZERAD J., BLANCHARD

J., MAURIN Y.) décrit un procédé d'apprentissage en réalité virtuelle constitué de divers éléments : captage d'informations de position spatiale d'un organe réel tenu à la main, une représentation tridimensionnelle d'un objet numérique, une fourniture d'un outil numérique apte à opérer sur l'objet numérique. A aucun moment, le procédé ne permet l'usinage d'une matière réelle, et encore moins une possible remontée de l'usinage de la matière réelle dans un modèle numérique permettant ainsi une intervention conceptuelle dans les deux mondes. De ce fait, il est impossible d'informer un apprentissage 5 complet à travers un geste manuel pendant le travail d'une matière. En conséquence ce procédé ne répond pas aux besoins exprimés par les 10 métiers qui travaillent la matière.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé itératif action/information s'appuyant sur un dispositif permettant une aide au 15 geste manuel afin de conférer à une matière une forme s'approchant d'un modèle numérique. Un tel dispositif permet d'optimiser la nature et la quantité d'informations nécessaires à la maîtrise spatiale de l'intervention dans la matière.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif 20 d'apprentissage d'aide au geste manuel pendant le travail de la matière permettant d'une part une analyse de la méthodologie du geste et d'autre part une lecture du résultat sous la forme d'un modèle numérique de la matière ouvragée.

A cet effet, l'invention concerne un dispositif qui met en œuvre un 25 ou plusieurs modèles numériques parmi lesquels on distingue :

- le modèle à atteindre, appelé « modèle mère », construit à partir d'un modèle source (données de numérisation, modèle CAO) enrichi d'informations métier et/ou transformé (mise à échelle, simplification, etc.)
- le modèle de la matière à ouvrager, appelé « modèle matière à ouvrager» construit à partir d'informations issues d'un volume physique ou de données numériques spécifiant les dimensions de la matière à ouvrager.

5 - le « modèle outil » spécifiant les paramètres physiques et géométriques de l'outil de travail (réserve de réaction, diamètre de l'outil, excentricité, etc.). Ce modèle est utilisé pour le calcul de l'effet de l'outil sur la matière, et le résultat de ce calcul sert à la mise à jour continue du « modèle matière ouvragée ».

10 - le « modèle geste » contient la description des configurations de l'outil pendant le travail de la matière.

15 - le « modèle matière ouvragée » est le résultat des actions de l'outil sur la matière à ouvrager.

20 Ces modèles permettent à l'homme de métier d'exprimer son besoin et d'explorer les alternatives possibles dans l'espace à ouvrager. Ils peuvent être à la base soit d'une reproduction à l'identique soit d'une homothétie partielle ou globale, soit d'une transformation par l'ajout ou le retrait aussi bien dans le monde virtuel que réel. Une autre possibilité offerte par ce système est de pouvoir prendre en compte les déplacements de la matière par une mesure continue de ceux-ci, permettant le maintien de l'action de l'outil sur la matière, grâce à la mise en concordance continue des différents modèles.

25 L'invention sera bien comprise à la lecture de la description suivante, en référence aux dessins annexés représentant à titre d'exemple non limitatif, un dispositif d'aide et d'apprentissage pour l'assistance au geste manuel dans un volume, dans lesquels :

30 - la figure 1 représente une vue schématique d'ensemble du dispositif d'aide et d'apprentissage pour l'assistance au geste manuel dans un volume, conforme à l'invention.

35 - les figures 2 et 3 représentent des informations visuelles possibles et des exemples d'affichage (projection vidéo et écran moniteur) conformes à L'invention.

40 Conformément à l'invention, le dispositif d'aide et d'apprentissage pour le geste manuel dans un volume est destiné à être utilisé de plusieurs façons en fonction du domaine d'application.

Une première façon consiste à travailler la matière 19 sans s'appuyer sur un « modèle mère » M1, dans ce cas le geste manuel libéré de toutes contraintes permet un travail de création directe, et le résultat issu de celui-ci est mémorisé dans le « modèle matière ouvragée » M4. Le 5 procédé itératif relevant de la présente invention permet de réutiliser ce résultat après adaptation comme « modèle mère » M1 pour une reproduction.

Une deuxième façon consiste à représenter, continuellement, l'action de l'outil 3 sur la matière 19 par une transformation de l'état du 10 « modèle matière ouvragée » M4. Dans ce cas, il est possible pour du contrôle dimensionnel de comparer le « modèle matière ouvragée » M4 et le « modèle mère » M1, afin d'établir une carte tridimensionnelle des erreurs. Une autre utilisation de ce résultat est le suivi au cours du temps de l'évolution du travail.

15 Une troisième façon, mais non exclusivement, consiste, à partir des mesures de position de l'outil 3 fournies par le système métrologique 4, à spécifier les éléments pour la génération d'un mouvement de référence en vue de sa ré-exécution par un système automatique tel qu'un robot.

20 En réalité ce dispositif pourra se présenter comme un outil de conception et/ou un outil pédagogique et ludique. Il s'agit donc bien des besoins attendus par des métiers, notamment dans les domaines des arts plastiques, du design, de l'usinage industriel, du paramédical, du chirurgical mais non exclusivement.

25 Ainsi l'exemple cité dans les schémas annexés démontre l'utilisation du dispositif dans le domaine des arts plastiques (reproduction de sculpture numérisée). Il va de soi que l'invention ne se limite pas à cette forme de réalisation, mais au contraire, l'invention peut embrasser d'autres variantes que les différents domaines 30 impliquent.

Comme illustré sur la figure 1, le dispositif est constitué principalement des éléments suivants :

- un opérateur 1.

- un poste de travail 9, auquel est associé un repère tridimensionnel absolu R1, composé d'un support matière, modélisé par un repère tridimensionnel R3, d'un système d'étalonnage outil 16 modélisé par un repère tridimensionnel R2 et d'un ensemble d'objets cible 20 utilisé pour le recalage, respectivement défini par rapport au repère tridimensionnel absolu R1.
- un calculateur (de type micro-ordinateur) 2 intégrant les données des modèles et de leurs effets.
- un outil 3 modélisé par un repère tridimensionnel R4 disposé sur un système métrologique 4 (un bras articulé ou suiveur) associé à un repère tridimensionnel R5 défini par rapport au repère tridimensionnel absolu R1, délivrant continuellement au calculateur 2 les informations relatives à la position et l'orientation de l'outil 3.
 - un générateur de stimuli 5 composé de canaux optique 6, acoustique 7 et/ou haptique 8 informant l'opérateur 1 de l'effet de ses gestes sur la matière 19.

Suivant la figure 1 le calculateur de type micro-ordinateur 2 qui intègre les données des modèles numériques et de leurs effets comprend une partie matérielle, constituée de circuits électroniques hautement intégrés, et des logiciels. La fonction d'un ordinateur se limite à ordonner, classer, calculer, trier, rechercher, éditer, représenter des informations qui ont au préalable été codifiées selon une représentation binaire.

Comme on peut le voir sur la figure 1 le dispositif est constitué, dans son système métrologique 4, d'un bras de mesure à plusieurs degrés de liberté informant continuellement le calculateur 2 de tous les déplacements de l'extrémité libre induits par le geste manuel. A partir de ces informations, le calculateur 2 met à jour l'ensemble des modèles.

La première fonction du système métrologique 4 est de servir à la mesure des repères tel que le repère matière R3, le repère R2 du système étalonnage outil 16, afin de réaliser l'étalonnage du poste

travail 9. Grâce à l'ensemble des objets cible 20, la position du système métrologique 4 est modulable permettant ainsi l'augmentation de l'espace d'intervention au-delà de son propre volume de travail.

Le système métrologique 4 a pour deuxième fonction de servir à la mesure, de manière continue, de la position et de l'orientation d'un outil 5 3 par rapport à la matière ouvragée 19.

L'outil 3 destiné à ouvrager la matière 19 est lié de manière rigide au système métrologique 4. Il peut être constitué de fraise, de disque, de spatule sphérique ou de tout autre outil de travail selon les 10 applications et les matériaux choisis. Grâce à la mesure, l'effet de l'outil 3 est traduit dans le « modèle matière ouvragée » M4 au travers du « modèle outil » M3 en s'appuyant sur le « modèle mère » M1 placé dans le « modèle matière à ouvrager » M2.

Le système métrologique 4 pourrait être un système de localisation de type « suiveur » optique ou magnétique, préférable pour 15 certaines applications ou pour certaines phases de travail.

Le système métrologique 4 doit être manipulable manuellement et de façon libre.

Dans le cas de l'utilisation d'un bras de mesure et pour plus de 20 maniabilité, le système métrologique 4 est équilibré par un système de rappel réglable, tel un équilibrEUR ou sustentateur 10, conférant aux gestes de l'opérateur une fluidité accrue. Cet ensemble de sustentation 10 est installé au-dessus du bras grâce à une potence rotative 11 dont l'axe de rotation est aligné sur l'axe de base du bras de mesure.

25 Dans les exemples représentés sur la figure 1 le dispositif est constitué d'un poste de travail 9 qui est un système rigide permettant à l'opérateur le réglage de la hauteur du support matière. Le système d'étalonnage outil est composé d'un trièdre 16 servant de référence dans l'étalonnage des outils 3 installés au bout du bras.

30 Le générateur de stimuli 5 piloté à distance par l'opérateur 1 grâce à un dispositif 12 monté sur le système de métrologie 4 met à disposition de celui-ci des stimuli optique 6, acoustique 7 ou haptique 8 utilisés séparément ou en combinaison.

Selon une possibilité et suivant la figure 2, un stimulus optique peut être une projection vidéo 6 des modèles numériques sur une ou plusieurs vues 13 et 13' caractérisées entre autres par un point de vue et un facteur d'échelle programmables par l'opérateur 1, dans lesquels 5 l'outil 3 est représenté continuellement et dans tous ses déplacements, affiché d'une sphère de réaction 14 programmable en fonction du facteur densité/échelle du matériau à ouvrager, la représentation de celui-ci est enrichie par la matérialisation de l'axe du support 15 de l'outil et de la trajectoire 22 la plus courte séparant l'outil du contact 10 possible ponctuel le plus proche dans le « modèle mère » M1. Une particularité importante de la visualisation est d'être localement de meilleure définition 21, par un réglage de certaines caractéristiques telles que l'habillage surfacique ou la lumière, à l'exact déroulement des mouvements de l'outil dans l'espace, permettant à l'opérateur 1 15 l'interprétation continue des situations de l'outil M3 par rapport au « modèle mère » M1 et à la forme ouvragée dans la matière 19.

Selon une autre possibilité, un stimulus acoustique est transmis par des sons modulables 7 fig.3 et reçu dans un casque 7' fig.1; ces 20 sons sont réglables en fréquence et en amplitude. La fréquence est déterminée, continuellement pendant le travail de la matière, en fonction de la distance de l'outil et de sa réserve M3 au contact possible ponctuel le plus proche calculé dans le « modèle mère » M1. Les échelles de fréquence et de distance sont programmables par l'opérateur. L'amplitude est réglable manuellement en fonction du niveau sonore 25 dans l'environnement du poste travail.

Selon une autre possibilité, un stimulus haptique 8 peut être 30 générée par un rappel en effort en fonction de la distance de l'outil et de sa réserve M3 au contact possible ponctuel le plus proche calculé dans le « modèle mère » M1. Le rappel en effort pourrait être assuré par un système constitué d'un bracelet 17 positionné sur le poignet de l'opérateur 1 ou sur le système métrologique 4 relié par un lien souple 18 à une motorisation qui exerce une force de rappel de façon

progressive jusqu'à ce que l'extrémité de l'outil M3 atteint un point de l'enveloppe du « modèle mère » M1.

Au vu de cela, l'invention concerne un procédé d'aide et 5 d'apprentissage du geste manuel d'un opérateur pour le travail d'une matière en ce qu'il comprend d'une part les éléments suivants :

- une représentation numérique de la forme à atteindre (nommé « modèle mère » M1),
- une représentation numérique de la matière à ouvrager calée selon un repère tridimensionnel absolu R1 (nommé « modèle matière à ouvrager » M2),
- une représentation numérique de l'outil issue d'une étape d'étalonnage (nommée « modèle outil » M3),
- une matière à transformer 19 calée selon un repère tridimensionnel absolu R1,
- des moyens d'informations et d'actions tels que décrit dans le dispositif,

et d'autre part les étapes suivantes :

Etape 1 : la création du « modèle mère » M1 a pour but de 20 convertir l'enveloppe géométrique du volume à reproduire en coordonnées tridimensionnelles pouvant être manipulées par un ordinateur. Un modèle numérique crée peut être enrichi, simplifié ou sectorisé selon les besoins spécifiques à chaque métier. Cette étape peut être réalisée indépendamment des autres étapes.

Etape 2 : l'étalonnage du poste de travail 9 permet de spécifier, 25 par des mesures réalisées dans le repère tridimensionnel absolu R1, d'une part le repère tridimensionnel R3 du support matière et le repère tridimensionnel R2 du système d'étalonnage outil, et d'autre part le repère tridimensionnel R5 du système métrologique.

Etape 3 : la création du « modèle matière à ouvrager » M2 est 30 obtenue soit par l'acquisition des données numériques d'un volume extérieur préexistant, soit par la détermination du volume à travailler correspondant à l'enveloppe extérieure du volume à reproduire.

Etape 3 : l'étalonnage de l'outil 3 consiste en s'appuyant sur une surface de référence 16 du système d'étalonnage préalablement calée dans le repère tridimensionnel absolu R1 à déterminer certains des paramètres du « modèle outil » M3 tels que la longueur, l'excentricité et 5 à préciser les autres paramètres tels que la sphère de réaction. Cette étape nécessite que l'étalonnage du poste de travail 9 soit réalisé.

Etape 4 : le placement du « modèle mère » M1 par rapport au « modèle matière à ouvrager » M2 permet un positionnement assisté par ordinateur de la représentation numérique de la forme à atteindre à 10 l'intérieur de la représentation numérique du bloc de matière à ouvrager. Le paramétrage de la position, de l'orientation et de l'échelle de la forme à atteindre par rapport au bloc de matière permet un placement rapide pour réaliser des reproductions à l'identique (échelle 1) ou avec agrandissement (échelle > 1) ou avec réduction (échelle < 1). 15 Par cette approche on inscrit, pour la durée du travail, le « modèle mère » M1 dans le « modèle matière à ouvrager » M2 soit en ayant pour obligation de respecter les dimensions du volume à reproduire (identique, plus grand, plus petit) soit en respectant le volume de la matière pour y inscrire au mieux le volume à reproduire.

Etape 5 : le travail de la matière peut être réalisé selon deux approches possibles : la création de forme en taille directe qui nécessite que les trois étapes 2, 3 et 4 soient accomplies, la reproduction qui nécessite les quatre étapes 1, 2, 3 et 4. L'opérateur 1 ayant préalablement choisi et réglé les stimuli 5 (6, 7 et 8) qu'il souhaite avoir 20 en retour, la position et l'orientation de l'outil 3 dans l'espace sont traitées à tout instant par le calculateur 2 qui, à partir de la connaissance des différents modèles M1, M2, M3 et M4, calcule les grandeurs caractéristiques (collisions, distance minimale, volume balayé) de l'effet de l'outil 3 sur la matière 19. Cet effet est ensuite 25 traduit sous la forme de stimuli 5 envoyés à l'opérateur. Entre autres, grâce à la visualisation 6 sur plusieurs vues, l'opérateur peut connaître, 30 à tout moment, d'une part la position de l'outil 3 par rapport à la forme

à atteindre M1 et d'autre part l'effet de l'outil sur la matière au travers de l'évolution du « modèle matière ouvragée » M4.

L'opérateur a la possibilité de suspendre à tout moment le travail de la matière pour analyser les résultats fournis par les modèles numériques de la matière ouvragée (M4) et du geste (M5) et/ou changer d'outils 3 en fonction de l'évolution du travail réalisé et/ou sauvegarder sur le calculateur 2 l'ensemble des informations traduisant l'état d'avancement de son travail.

Le changement d'outil 3 implique la réalisation d'un étalonnage de l'outil (cf. étape 3) afin de déterminer les paramètres du nouvel outil 3. Cette étape étant réalisée, la propagation des changements identifiés est faite automatiquement et la reprise du travail de la matière 19 est rendue possible.

L'opérateur 1 devra réaliser sur la matière 19 les mêmes opérations que celles habituellement pratiquées par son métier. L'une des principales difficultés incontournable pour obtenir un travail de la matière de grande qualité est la transcription mentale de la forme à atteindre dans la matière que doit réaliser en permanence l'opérateur. Grâce à l'adaptation des différents stimuli envoyés à l'opérateur en fonction de la position de l'outil par rapport à la matière, l'opérateur reçoit une assistance permanente dans son geste dont la qualité est indépendante des conditions ambiantes de l'environnement de travail. Ceci décharge l'opérateur du travail de transcription mentale et lui permet de se concentrer sur le travail de la matière rendue transparente. Le dispositif possède des moyens de mesures qui permettent un apprentissage du geste à des fins d'entraînement, pédagogiques, d'analyse du geste ou de programmation de systèmes robotiques, entre autres.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'aide du geste manuel assisté par ordinateur continuellement pendant le travail d'une matière,
 - 5 constitué principalement d'un référent (R3) de la matière à ouvrager (19) défini selon un repère absolu (R1), d'un poste de travail (9) équipé d'objets cible (20) ayant pour fonction le recalage du système métrologique (4) après son déplacement, un système d'étalonnage outil (16), des outils (3) pour ouvrager la matière (19), un repère absolu (R1) 10 servant de référent au calculateur (2), un calculateur (2) réalisant l'acquisition, la mémorisation et le traitement des informations issues du système métrologique (4) et propageant continuellement au(x) modèle(s) numérique(s) (M3, M4, M5) l'effet des déplacements de(s) l'outil(s) (3) dans la relation à la matière à ouvrager (19) en cours de 15 travail, un ou plusieurs système(s) métrologique(s) (4) ayant pour fonction de mesurer la position de manière continue d'une part de(s) l'outil(s) (3) et d'autre part de la matière à ouvrager (19) en cours de travail, un générateur de stimuli (5) informant l'opérateur (1) continuellement de la position de l'outil (3) relativement à la matière à 20 ouvrager (19) en cours de travail par une augmentation de la réalité des actions/réactions que son métier implique, au travers un choix de retours sensoriels multiples et simultanés.
 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système métrologique (4) est un bras articulé de mesure ou un système 25 de localisation portant l'outil (3), est équilibré par un système de sustentation réglable (10), tel qu'un équilibrEUR, conférant aux gestes de l'opérateur (1) une fluidité accrue.
 3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la position du système métrologique 30 (4) est modulable et identifiable à l'aide de l'ensemble des objets cible (20) mis en place sur le poste de travail (9), permettant ainsi l'augmentation de l'espace d'intervention au-delà du volume de travail du système de métrologie.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'à chaque instant les déplacements mesurables de la matière (19) sont pris en compte afin de permettre le maintien de l'action de l'outil (3) sur la matière (19) grâce à la mise en 5 concordance continue des différents modèles avec le repère absolu (R1).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le générateur de stimuli (5) fournit des retours sensoriels de type vues multiples (13 et 13') à échelles 10 variables des modèles numériques dans lesquelles l'outil (3) est représenté, dans tous ses déplacements, affiché d'une réserve de réaction (M3) programmable en fonction du facteur densité/échelle du matériau à ouvrager,

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 précédentes caractérisé en ce que le générateur de stimuli (5) fournit des retours sensoriels de type sonores (7 et 7') et / ou un rappel en effort qui ont une intensité variable et progressive en fonction de l'approche progressive de l'outil et de sa réserve (M3) dans le modèle numérique (M1) au niveau du contact possible ponctuel le plus proche.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 précédentes caractérisé en ce que la représentation de l'outil (M3) dans les vues (13, 13') est enrichie par la matérialisation de l'axe du support de l'outil (15) et de la trajectoire la plus courte (22) séparant le modèle outil (M3) du contact possible ponctuel le plus proche dans le modèle 25 numérique (M1).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la visualisation du modèle numérique de la forme à atteindre « modèle mère » (M1) est localement de meilleure définition (21), et est prédefinie par certaines caractéristiques telles que l'habillage surfacique ou la lumière, à l'exact déroulement des mouvements de l'outil (3) dans l'espace.

9. Procédé itératif action/information pour l'aide et l'apprentissage du geste manuel assistés continuellement par

ordinateur (2) pendant le travail d'une matière (19), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à

définir le(s) système(s) référentiel(s) (R1, R2, R3, R5) en vue de l'étalonnage du poste de travail (9),

définir le(s) modèle(s) numérique(s) de la forme à atteindre « modèle mère » (M1) et de la matière à ouvrager (M2) par rapport à un référent (R3) connu à tout instant par rapport à un repère absolu (R1),

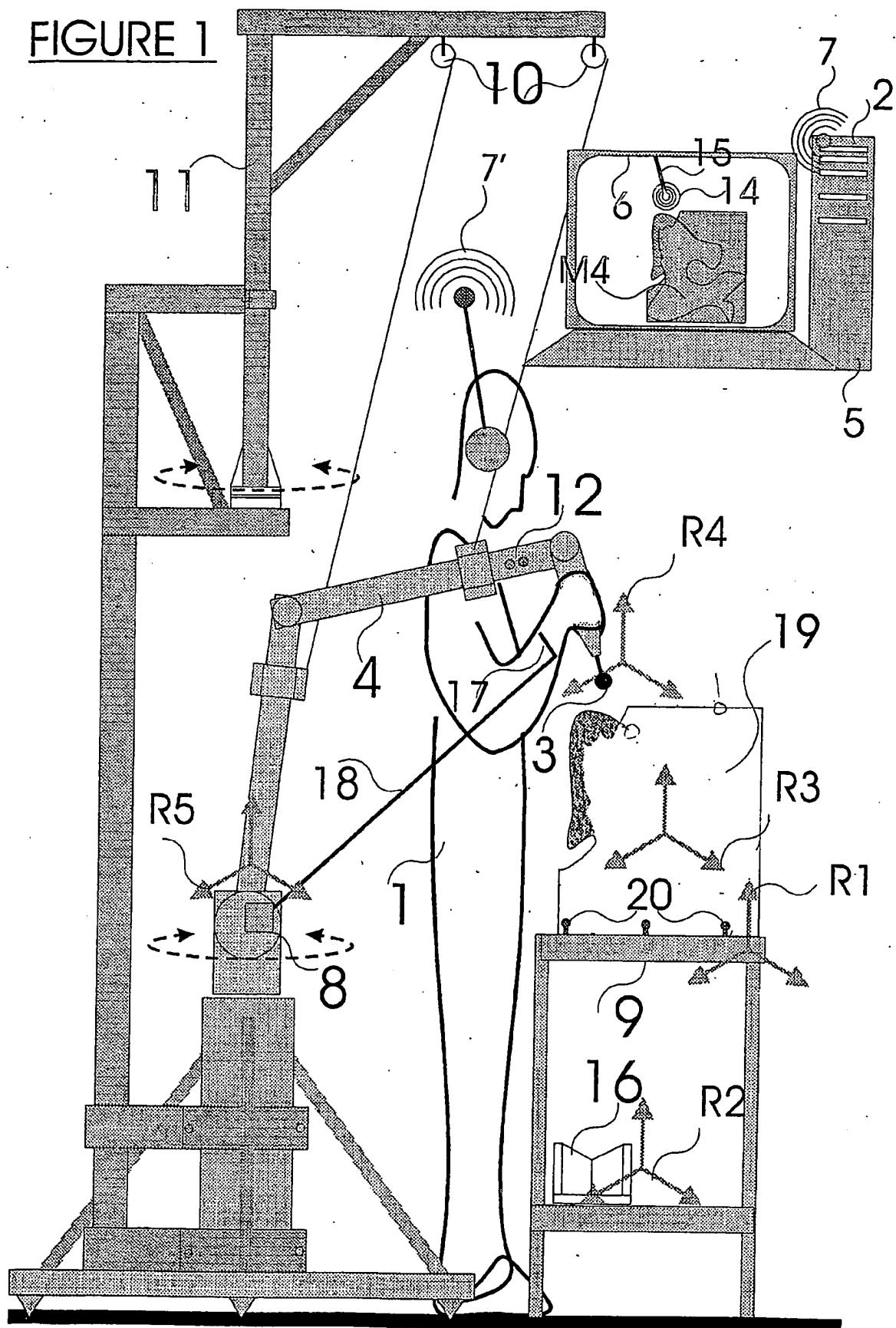
établir le placement du ou des modèles numériques de la forme à atteindre (M1) dans le(s) modèle(s) numérique(s) de la matière à ouvrager (M2),

définir le modèle numérique (M3) de l'outil (3) spécifié par les paramètres physiques et géométriques (réserve de réaction, diamètre de l'outil, excentricité, etc.) destiné à ouvrager la matière (19) en étalonnant celui-ci par appui sur un repère (R2) connu à tout instant par rapport à un repère absolu (R1),

obtenir les informations nécessaires pour connaître la position de l'outil (3) par rapport au modèle numérique (M1) de la forme à atteindre.

obtenir une mise à jour quasi simultanée du modèle numérique de la matière ouvragée (M4) en fonction de l'effet de l'outil (3) sur la matière (19) qui est induit par le geste manuel de l'opérateur (1),

obtenir une analyse quasi simultanée des résultats du travail fourni par les modèles numériques de la matière ouvragée (M4) et du geste (M5).

FIGURE 1

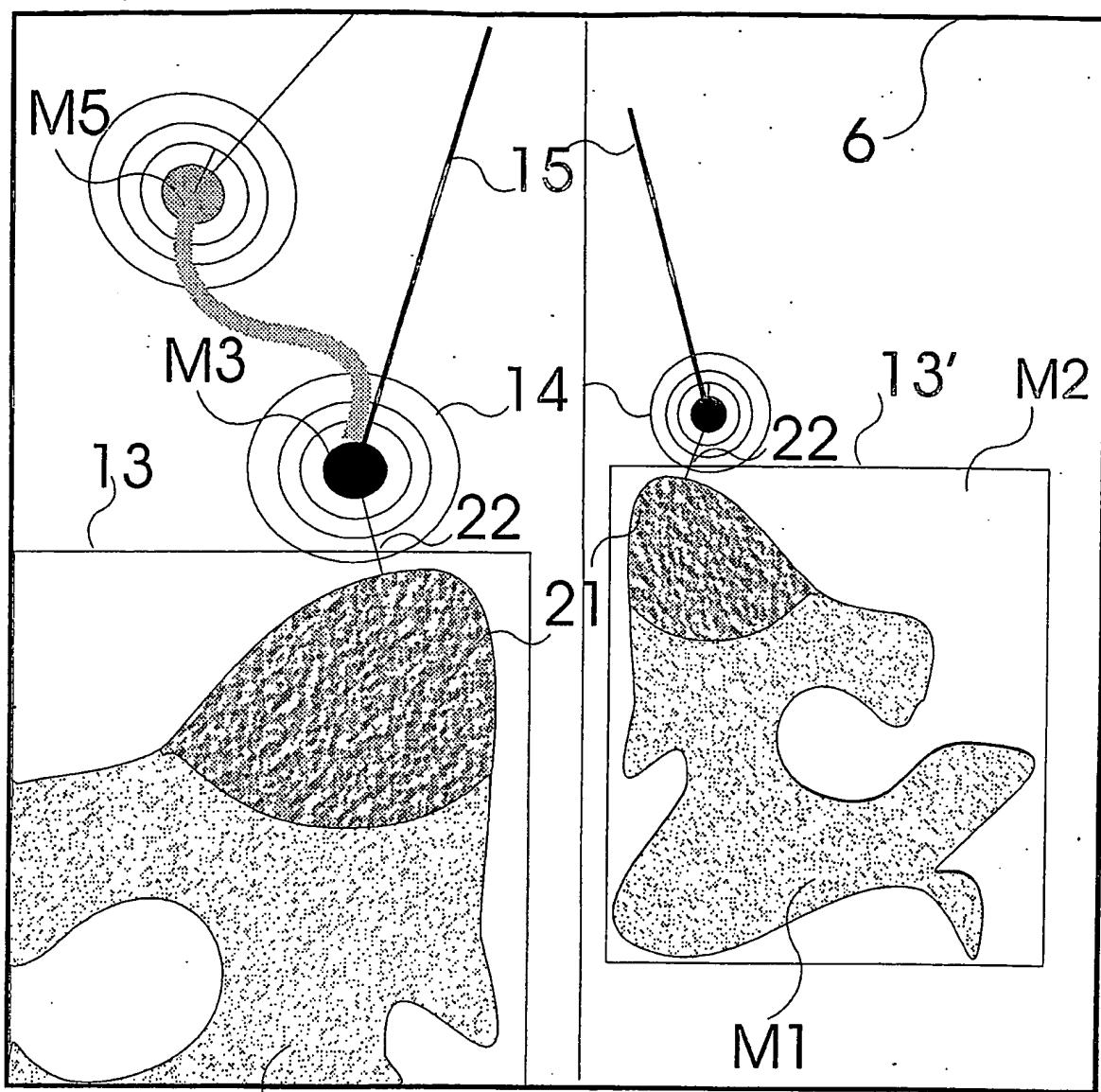


FIGURE 2

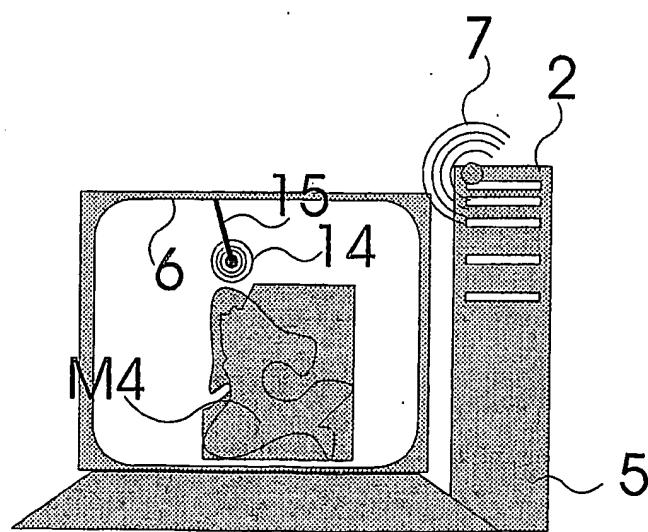


FIGURE 3

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/000903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06F3/00 G09B23/28 G05B19/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06F G09B G05B B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 688 118 A (EYTAN LIAT ET AL) 18 November 1997 (1997-11-18) column 8, line 35 - column 10, line 2 column 10, line 45 - column 11, line 7 column 11, line 24 - line 67	1-9
X	WO 95/02233 A (CYBERNET SYSTEMS CORP) 19 January 1995 (1995-01-19) abstract page 5, line 4 - line 25 page 8, line 4 - line 13 page 8, line 25 - page 10, line 20 page 12, line 11 - page 15, line 15 page 16, line 5 - line 29	1, 3-9
Y	FR 2 809 048 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 23 November 2001 (2001-11-23) page 1, line 1 - line 15	2
Y		2
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex

* Special categories of cited documents

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 September 2004

Date of mailing of the International search report

18/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hanon, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/000903

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	US 4 764 883 A (KUBOTA HITOSHI ET AL) 16 August 1988 (1988-08-16) page 1, line 1 - page 2, line 24 -----	1,2,4,9
A	US 6 275 213 B1 (TREMBLAY MARK R ET AL) 14 August 2001 (2001-08-14) figure 27 column 16, line 28 - column 18, line 4 -----	1,4,6,9
A	FR 2 808 366 A (UNIV PARIS VII DENIS DIDEROT) 2 November 2001 (2001-11-02) cited in the application the whole document -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/FR2004/000903

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5688118	A	18-11-1997	AU	1839697 A	20-08-1997
			CA	2215240 A1	31-07-1997
			EP	0822786 A1	11-02-1998
			JP	11503354 T	26-03-1999
			WO	9726838 A1	31-07-1997
WO 9502233	A	19-01-1995	AU	7251694 A	06-02-1995
			EP	0658265 A1	21-06-1995
			WO	9502233 A1	19-01-1995
			US	5769640 A	23-06-1998
FR 2809048	A	23-11-2001	FR	2809048 A1	23-11-2001
			CA	2408823 A1	22-11-2001
			EP	1282487 A1	12-02-2003
			WO	0187550 A1	22-11-2001
			JP	2004515369 T	27-05-2004
			US	2004099081 A1	27-05-2004
US 4764883	A	16-08-1988	JP	61273607 A	03-12-1986
			JP	61273609 A	03-12-1986
			KR	9008539 B1	24-11-1990
US 6275213	B1	14-08-2001	US	6088017 A	11-07-2000
			US	2003016207 A1	23-01-2003
			US	2004046777 A1	11-03-2004
			US	6424333 B1	23-07-2002
			AU	1328597 A	19-06-1997
			EP	0864145 A1	16-09-1998
			JP	2000501033 T	02-02-2000
			WO	9720305 A1	05-06-1997
FR 2808366	A	02-11-2001	FR	2808366 A1	02-11-2001
			AU	5640901 A	07-11-2001
			BR	0110262 A	05-03-2003
			CA	2445017 A1	01-11-2001
			CN	1439149 T	27-08-2003
			EP	1282892 A1	12-02-2003
			WO	0182266 A1	01-11-2001
			JP	2003532144 T	28-10-2003
			US	2004091845 A1	13-05-2004
			ZA	200208501 A	24-11-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale N°
PCT/FR2004/000903

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 G06F3/00 G09B23/28 G05B19/42		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 G06F G09B G05B B25J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 688 118 A (EYTAN LIAT ET AL) 18 novembre 1997 (1997-11-18) colonne 8, ligne 35 - colonne 10, ligne 2 colonne 10, ligne 45 - colonne 11, ligne 7 colonne 11, ligne 24 - ligne 67 -----	1-9
X	WO 95/02233 A (CYBERNET SYSTEMS CORP) 19 janvier 1995 (1995-01-19) abrégé page 5, ligne 4 - ligne 25 page 8, ligne 4 - ligne 13 page 8, ligne 25 - page 10, ligne 20 page 12, ligne 11 - page 15, ligne 15 page 16, ligne 5 - ligne 29 -----	1,3-9
Y	FR 2 809 048 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 23 novembre 2001 (2001-11-23) page 1, ligne 1 - ligne 15 -----	2
Y	-----	2
	-----	-/-
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		
'A' document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent		
'E' document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date		
'L' document pouvant poser un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (elle qu'indiquée)		
'O' document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens		
'P' document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
'T' document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention		
'X' document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément		
'Y' document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier		
'&' document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 20 septembre 2004	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 18/10/2004	
Norm et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Hanon, D	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/000903

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 764 883 A (KUBOTA HITOSHI ET AL) 16 août 1988 (1988-08-16) page 1, ligne 1 - page 2, ligne 24 -----	1, 2, 4, 9
A	US 6 275 213 B1 (TREMBLAY MARK R ET AL) 14 août 2001 (2001-08-14) figure 27 colonne 16, ligne 28 - colonne 18, ligne 4 -----	1, 4, 6, 9
A	FR 2 808 366 A (UNIV PARIS VII DENIS DIDEROT) 2 novembre 2001 (2001-11-02) cité dans la demande le document en entier -----	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/000903

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5688118	A	18-11-1997	AU 1839697 A CA 2215240 A1 EP 0822786 A1 JP 11503354 T WO 9726838 A1	20-08-1997 31-07-1997 11-02-1998 26-03-1999 31-07-1997
WO 9502233	A	19-01-1995	AU 7251694 A EP 0658265 A1 WO 9502233 A1 US 5769640 A	06-02-1995 21-06-1995 19-01-1995 23-06-1998
FR 2809048	A	23-11-2001	FR 2809048 A1 CA 2408823 A1 EP 1282487 A1 WO 0187550 A1 JP 2004515369 T US 2004099081 A1	23-11-2001 22-11-2001 12-02-2003 22-11-2001 27-05-2004 27-05-2004
US 4764883	A	16-08-1988	JP 61273607 A JP 61273609 A KR 9008539 B1	03-12-1986 03-12-1986 24-11-1990
US 6275213	B1	14-08-2001	US 6088017 A US 2003016207 A1 US 2004046777 A1 US 6424333 B1 AU 1328597 A EP 0864145 A1 JP 2000501033 T WO 9720305 A1	11-07-2000 23-01-2003 11-03-2004 23-07-2002 19-06-1997 16-09-1998 02-02-2000 05-06-1997
FR 2808366	A	02-11-2001	FR 2808366 A1 AU 5640901 A BR 0110262 A CA 2445017 A1 CN 1439149 T EP 1282892 A1 WO 0182266 A1 JP 2003532144 T US 2004091845 A1 ZA 200208501 A	02-11-2001 07-11-2001 05-03-2003 01-11-2001 27-08-2003 12-02-2003 01-11-2001 28-10-2003 13-05-2004 24-11-2003